

低剂量三氯生和三氯卡班对嗜热四膜虫的毒性研究*

白琦锋¹ 高礼^{1,2} 袁涛^{1**}

(1. 上海交通大学环境科学与工程学院, 上海, 200240; 2. 宁夏大学资源与环境学院, 银川, 750021)

摘要 研究了环境相关浓度水平($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)的三氯生(TCS)和三氯卡班(TCC)暴露对嗜热四膜虫的生长抑制效应,并尝试探索这两种新生污染物对四膜虫细胞活性的影响.结果表明, $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 水平的TCS和TCC对四膜虫的生长存在明显抑制作用,24 h-EC₅₀分别为141 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 、728 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$;最低无效应浓度(NOEC)分别为2 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 、30 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$;最低效应浓度(LOEC)分别为4 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 、61 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.其中,TCC在1—10 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 水平表现出促进作用,可能是hormesis效应的体现.另外,在TCS和TCC浓度达到1000 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时均对四膜虫细胞膜产生明显损伤;TCS和TCC也影响其溶酶体活性,1 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 暴露2 h时,荧光值(RFU)百分比分别降低至对照样品的88.62%、95.75%.本研究结果有助于进一步从亚细胞和分子水平认识环境污染水平TCS和TCC的生态毒性,也为这两种新生污染物在环境中的生态风险评估提供重要参考依据.

关键词 三氯生, 三氯卡班, 嗜热四膜虫, 生态毒性, 环境相关浓度.

三氯生(TCS)早在70年代就开始用于香皂,如今作为个人护理品成分,大量添加于日用品中,其添加质量分数在0.1%—0.3%^[1].三氯卡班(TCC)在欧美等国家使用的历史更悠久,根据EPA的保守估计全球最大使用量为每年 $750 \times 10^3 \text{ t}$ ^[2],通常一块抗菌肥皂中TCC的质量分数占2%^[3].随着各种抗菌产品使用量的增加,TCS和TCC在各种环境介质和生物体中被频繁检出.根据Kolpin等^[4]对美国30个州139个水域的研究,TCS是检出频率最高的物质之一,检出浓度在0.14—2.3 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 之间;在我国地表水中检出浓度在0.025—1.023 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 之间^[5-6],在污水处理厂进水中,TCS和TCC的检出浓度分别为1.86—26.8 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 、0.4—50 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ^[3].另外,由于生物富集作用在生物体内存在,甚至在人奶、哺乳期母亲的血液中也检测到了TCS的存在^[7-8].尽管TCS和TCC在环境中浓度较低,一般检出浓度在 $\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$ — $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 水平,但是已观测到它们在环境中能长时间持续存在^[9].两种物质物理化学性质相近,具有强亲脂性(TCS和TCC的辛醇-水分配系数 $\lg K_{\text{ow}}$ 分别为4.76和4.9, $\text{pH}=7.0$),能在各种生物体内累积^[10].TCC还有可能引发包括癌症、生殖功能障碍和发育异常等病症的诸多问题,是一种新型的内分泌干扰物(EDCs)^[11].因此,这类物质对生态系统造成的潜在影响不容忽视^[12].

国内外研究者报道了TCS和TCC对鱼类、甲壳纲动物、藻类、微生物等的毒性.例如,David等^[13]通过对TCS的水生生态毒性研究发现,TCS对大型蚤的急性毒性48 h-EC₅₀为390 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$,对黑头呆鱼的急性毒性24 h-LC₅₀为360 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$,对淡水藻生长抑制72 h-EC₅₀为2.8 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.Foran等^[14]发现TCS对鱼类体内雄性激素的分泌有影响.TCC对淡水藻生长抑制72 h-EC₅₀为20—30 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$,对*Mysidopsis bahia*急性毒性96 h-EC₅₀为10—13 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$,对蓝鳃鱼和虹鳟鱼的急性毒性96 h-LC₅₀分别为97 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 、180 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ^[15].Ben等^[16]对一种淡水螺的研究发现,将螺去壳TCC暴露4周后,最低效应浓度(LOEC)和最低无效应浓度(NOEC)分别为0.2 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 和0.05 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$,EC₁₀和EC₅₀分别为0.5 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 和2.5 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$,并表明TCC作为一种新生的EDCs具有与传统EDCs相类似的生态风险.

嗜热四膜虫(*Tetrahymena thermophila*)是一种淡水中常见的单细胞真核原生动动物,在食物链中处于能量和物质循环的重要环节;能在实验室保存并在无菌条件下生长,培养技术成熟、经济、操作方便;对污染物敏感,是理想的淡水生态系统早期恶化的预警指标,其细胞大、利于观察、生化指标研究成熟等许多优良的特征使其成为环境和药学研究领域毒性实验的理想材料^[17].目前,TCS和TCC对四膜虫的毒性研究报道较为少见.

2011年9月21日收稿.

* 上海科委基础研究重点项目(10JC1407800)资助.

** 通讯联系人, E-mail: taoyuan@sjtu.edu.cn

本研究以嗜热四膜虫为模式生物,测试 TCS 和 TCC 对四膜虫的生长抑制作用,同时借助于荧光染料的方法从分子水平测试受试物对四膜虫细胞活性的影响。

1 材料与方 法

1.1 实验仪器和材料

1.1.1 实验仪器

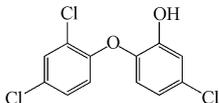
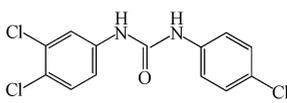
自动手提式灭菌锅(YXQ-LS-18S,上海博讯),光照培养箱(SPX-250B-G,上海博讯),多功能酶标仪(Thermo Varioskan Flash),DSH-系列超净工作台程控仪(上海淀山湖净化设备厂),高速离心机(3K30, SIGMA)。

1.1.2 药品与试剂

三氯生(TCS, Sigma-Aldrich, 纯度 $\geq 97.0\%$, 购自于 DAHU), 三氯卡班(TCC, Sigma-Aldrich, 纯度 $\geq 97.099\%$, 购自于 DAHU), 均溶于 DMSO(Aladdin); 荧光染色剂: 罗丹明(Rhodamine B, Sigma-Aldrich, 购自于 DAHU)、中性红(neutral red, Bio-basic, 购自上海生工); 碘化丙啶(Propidium iodide, 购自上海生工)。受试物化学性质见表 1。

表 1 三氯生和三氯卡班的化学性质及研究浓度范围

Table 1 The chemical properties of TCS and TCC and their concentration range under this study

化合物	CAS	基本性质	化学结构	测试浓度 /($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)
三氯生 Triclosan	3380-34-5	MW: 289.5 $\lg K_{\text{OW}}: 4.76$ $V_p: 0.00062 \text{ Pa}$		1—4000
三氯卡班 Triclocarban	101-20-2	MW: 315.5 $\lg K_{\text{OW}}: 4.9$ $V_p: 4.82 \times 10^{-7} \text{ Pa}$		1—4000

注:基本性质通过 EPI 4.1 计算所得。

1.2 试验四膜虫和培养

嗜热四膜虫(*Tetrahymena thermophila*, SB210)获赠自中国科学院武汉水生生物研究所。培养基: 蛋白胨 1%, 酵母提取物 0.1%, 葡萄糖 0.2%, 配好后分装于试管(5 mL)和锥形瓶(45 mL)中于 121 °C 灭菌 30 min, 冷却后于 4 °C 保存。

实验前将保存于液蜡中的虫种在超净台中接种至装有 5 mL 新鲜培养基的试管中, 于 30 °C 培养箱中培养 48 h 后, 将生长至对数期的虫液转移至装有 45 mL 新鲜培养基的 250 mL 锥形瓶中扩大培养, 达到对数时期时即可进行暴露实验。

1.3 试验方法

1.3.1 生长抑制作用

于灭菌后装有 45 mL 新鲜培养基的锥形瓶中, 加入 5 mL 培养至对数生长期的四膜虫虫液, 添加受试物浓度为 1—4000 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, 设置 6 个浓度梯度, 每个浓度设置 3 个平行样, 并设置阴性对照, 于 30 °C 培养箱中培养, 在 0 h 测试吸光值, 根据吸光值与浓度间的关系曲线保证四膜虫初始浓度在 10^4 个 $\cdot\text{mL}^{-1}$ 以上。DMSO 添加量为 0.1%, 在该浓度下 DMSO 对四膜虫的抑制率在 10% 以内, 可忽略不计^[17]。24 h 后测试其吸光度(OD), 得到该时刻各浓度受试物作用下四膜虫的浓度。抑制率的计算:

$$\text{抑制率}(\%) = \frac{\text{对照样品 OD} - \text{测试样品 OD}}{\text{对照样品 OD}} \times 100\%$$

1.3.2 细胞活性测试

四膜虫在锥形瓶中增殖培养, 48 h 生长至对数生长期后, 将细胞悬浮液分装于微型离心管中, 在

325 g 条件下离心 5 min 弃去上清液. 将待测受试物用新鲜培养基稀释至不同浓度, 添加 1 mL 至微型离心管中, 使四膜虫浓度在 10^5 个 \cdot mL $^{-1}$ 左右, 每个浓度设置 6 个平行样, 在 30 °C 培养箱中培养. 暴露 2 h 后离心 (1000 g, 3 min) 并去除上清液, 加入准备好的荧光染料指示剂碘化丙啶 (PI)、中性红 (NR) 避光培养 60 min 之后, 100 μ L 液体添加到 96-微孔板中, 用多功能酶标仪进行测试, PI 的激发波长和发射波长分别为 530 nm 和 620 nm, NR 是 530 nm 和 645 nm^[18].

2 结果与讨论

2.1 生长抑制

本研究发现 TCS 对四膜虫的生长抑制作用显著, 随着 TCS 浓度的增加, 四膜虫的生长受到明显的抑制, 用 SPSS16.0 计算显示, 24 h-EC50 值为 141 μ g \cdot L $^{-1}$, NOEC 和 LOEC 分别为 2 μ g \cdot L $^{-1}$ 和 4 μ g \cdot L $^{-1}$. 在 TCC 作用下, 24 h-EC50 为 728 μ g \cdot L $^{-1}$, NOEC 和 LOEC 分别为 30 μ g \cdot L $^{-1}$ 和 61 μ g \cdot L $^{-1}$. 用 Origin 软件, 采取 Sigmoidal (Logistic) 曲线拟合, 绘制 24 h 浓度—抑制率曲线图, 如图 1 所示.

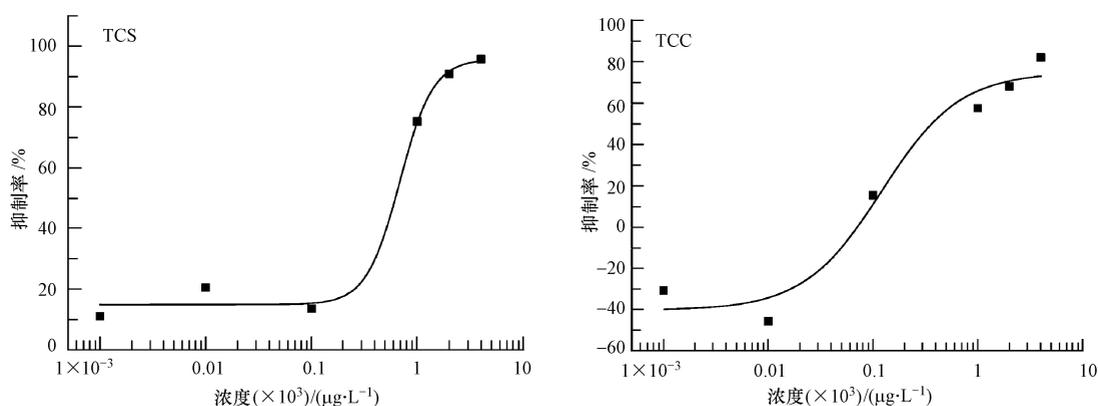


图 1 TCS 和 TCC 对四膜虫 24 h 生长抑制曲线

Fig.1 24 h growth inhibition curve of TCS and TCC to *Tetrahymena*

由图 1 可见, TCS 在所测浓度范围内, 随着浓度的增加, 抑制率也显著增加. Susanne 等^[19]用梨形四膜虫测试 TCS 的生长抑制效应与本研究基本一致, 其 24 h-EC50 为 579 μ g \cdot L $^{-1}$, 大于本研究所得 141 μ g \cdot L $^{-1}$, 提示嗜热四膜虫比梨形四膜虫对 TCS 更敏感, 更易受到环境中 TCS 的影响. 另外, 本研究所得 NOEC 为 2 μ g \cdot L $^{-1}$, 低于实际水体中 TCS 的检出浓度^[4].

如图 1 所示, TCC 在所测浓度范围内, 表现为低浓度作用下有一定的刺激作用, 浓度为 10 μ g \cdot L $^{-1}$ 时, 促进率达到 45%, 高浓度作用下四膜虫的生长则存在明显抑制. 这种现象可能是 hormesis 效应的体现, 即化学物对生物体在高剂量时表现负面影响, 但在低剂量时却表现为促进作用的现象^[20]. 本研究所得 NOEC 为 30 μ g \cdot L $^{-1}$, 低于实际水体中 TCC 的检出浓度^[3].

2.2 细胞活性测试

2.2.1 细胞膜损伤测试

荧光染料 PI 用来染色双链核酸分子, 能被活细胞排除体外, 可用来检测细胞膜的损伤^[18], 在本研究中不同浓度受试物作用下, 相对于对样品, 受试物浓度在 1000 μ g \cdot L $^{-1}$ 以上时荧光值 (RFU) 有显著上升. 例如, 在 2000 μ g \cdot L $^{-1}$ TCS 作用下 RFU 值为对照样品的 281.65%; 4000 μ g \cdot L $^{-1}$ TCS 作用下达 1023.54%. 在不同浓度 TCC 作用下, 也表现为相同的趋势, 1000 μ g \cdot L $^{-1}$ 和 4000 μ g \cdot L $^{-1}$ TCC 作用下, RFU 值分别为对照样品的 1055.08%、1290.23%. 与对照样品相比, 不同浓度受试物作用下荧光值百分比 (荧光值百分比 = 不同浓度受试物 RFU / 对照样品 RFU \times 100%) 如图 2 所示.

在低浓度 (<100 μ g \cdot L $^{-1}$) TCC 作用时, 相对对照样品, 出现了 RFU 值的降低, 在 10 μ g \cdot L $^{-1}$ 时, 达到一个最低值 (为对照样品的 80.81%), 这可能是四膜虫在该浓度范围的 TCC 作用下, 细胞膜稳定性增强, 其作用机制尚需进一步探究.

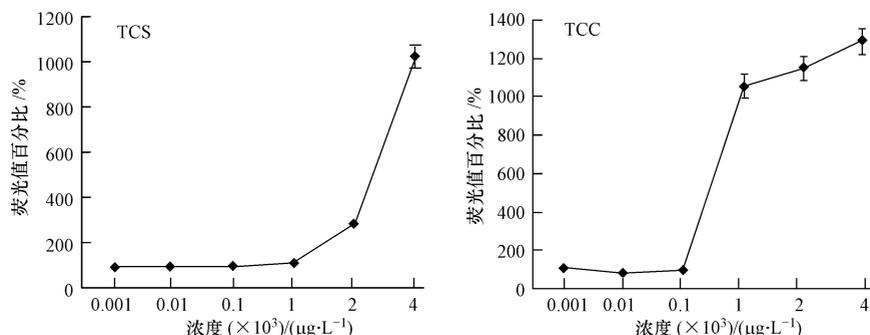


图2 TCS 和 TCC 对四膜虫细胞膜的损伤

Fig. 2 Damage of cell membrane by TCS and TCC

2.2.2 溶酶体活性测试

中性红(NR)只有活细胞溶酶体在经染色后才能发出荧光,可以用来测试不同浓度受试物对四膜虫溶酶体活性的影响^[18].在本研究中,不同浓度受试物作用下,相对于对照样品,较低浓度暴露时荧光值有一定的下降,而较高浓度受试物作用下荧光值有显著上升.例如,相对于对照样品,在 $4000 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ TCS 作用下 RFU 为对照样品的 226.76%. 在 TCC 不同浓度作用下,也表现为相同的趋势,相对于对照样品,在 $1000 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $4000 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ TCC 作用下,RFU 分别为对照样品的 159.23%、262.13%. 与对照样品相比,不同浓度受试物作用下荧光值百分比如图 3 所示.

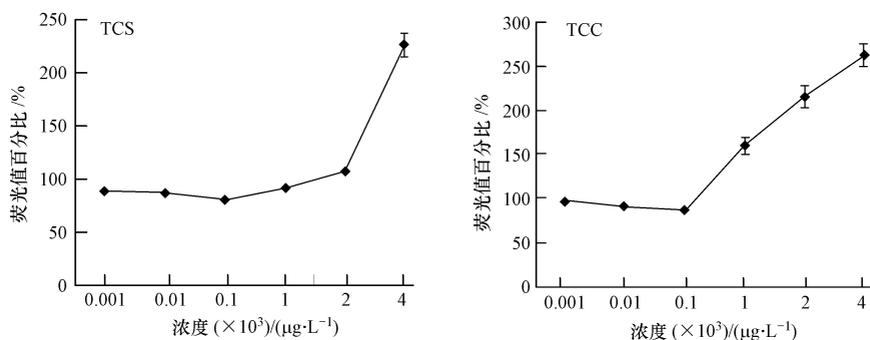


图3 TCS 和 TCC 对四膜虫溶酶体活性的影响

Fig. 3 Effect of TCS and TCC on the activity of lysosomes

从图 3 可见,四膜虫溶酶体活性在不同浓度受试物作用下受到不同程度的影响,TCS 和 TCC 两种受试物表现出的整体趋势较为相近.在 $1-100 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 浓度的 TCS 作用下,相对于对照样品,溶酶体活性下降,浓度为 1 、 $100 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,RFU 分别为对照样品的 88.62%、79.82%.2009 年 Binelli 等^[21]发现斑马贝被 $0.29 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ TCS 暴露 24 h 后,DNA 有明显损伤, $0.87 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 下暴露 48 h 后,对溶酶体有明显的破坏;在 $1-100 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 浓度的 TCC 作用下,相对于对照样品,溶酶体活性下降,以致在 1 、 $100 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 浓度时,RFU 分别是对照样品的 95.75%、86.16%.但当 TCS 和 TCC 浓度达到 $1000 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,RFU 开始增大,这可能是由于四膜虫细胞膜破损程度严重,破损细胞的碎片以及随细胞质溢出的溶酶体及其碎片与 NR 反应,使得 RFU 迅速增大,这和上述细胞膜损伤实验结果有良好的一致性(相关系数 r 值分别为 0.991、0.948).在显微镜下观测结果也显示四膜虫在 $1000 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 受试物作用下,细胞膜破损情况严重,培养液中出现大量的碎片.

3 结论

TCS 和 TCC 作为抑菌剂添加于各类生活清洁用品和抗菌药物中,随着在环境中的频繁检出,已成为受关注的典型环境新生污染物.本研究表明在 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 水平,TCS 和 TCC 对嗜热四膜虫的生长都存在

较显著的抑制作用,24 h-EC₅₀ 分别为 141、728 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$,并且对四膜虫细胞膜稳定性和溶酶体活性都有明显的影响,该结果提示低浓度水平的 TCS 和 TCC 在水中长期存在所带来的生态风险不容忽视。

参 考 文 献

- [1] Sabaliunas D, Webb S F, Hauk A, et al. Environmental fate of triclosan in the River Aire basin, UK[J]. *Water Research*, 2003, 37 (13):3145-3154
- [2] Pkota A, Heldler J, Halden R U. Detection of triclocarban and two co-contaminating chlorocarbaniides in US aquatic environments using isotope dilution liquid chromatography tandem mass spectrometry[J]. *Environmental Research*, 2007, 103(1): 21-29
- [3] Talia E A, Halder R U. Environmental exposure of aquatic and terrestrial biota to triclosan and triclocarban[J]. *Journal of the American Water Resources Association*, 2009, 45(1):4-13
- [4] Kolpin D W, Furlong E T, Meyer M T, et al. Pharmaceuticals, hormones and other organic wastewater contaminants in U. S. streams, 1999—2000: anationalreconnaissance[J]. *Environ Sci Technol*, 2002, 36(6):1202-1211
- [5] Xu W H, Zhang G, Zou S, et al. Determination of selected antibiotics in the Victoria Harbour and the Pearl River, South China using high-performance liquid chromatography-electrospray ionization tandem mass spectrometry[J]. *Environmental Pollution*, 2007, 145(3): 672-679
- [6] Peng X Z, Yu Y Y, Tang C M, et al. Occurrence of steroid estrogens, endocrine-disrupting phenols, and acid pharmaceutical residues in urban river in water of the Pearl River Delta, South China[J]. *Sci Total Environ*, 2008, 397(1/3):158-166
- [7] Margaretha A, Maria P, Jari P, et al. Triclosan, a commonly used bactericide found in human milk and in the aquatic environment in Sweden[J]. *Chemosphere*, 2002, 46(9-10):1485-1489
- [8] Mats A, Margaretha A, Michael S M, et al. Triclosan in plasma and milk from Swedish nursing mothers and their exposure via personal care products[J]. *Sci Total Environ*, 2006, 372(1):87-93
- [9] Miller T J, Heidler S, Chillrud A, et al. Fate of triclosan and triclocarban in estuarine sediment[J]. *Environ Sci Technol*, 2008, 42 (12):4570-4576
- [10] Snyder E H, O'Connor G A, McAvoy D C. Measured physicochemical characteristics and biosolids-borne concentrations of the antimicrobial triclocarban (TCC)[J]. *Sci Total Environ*, 2010, 48 (13):2667-2673
- [11] Chen J G, Ahn K C, Gee N A, et al. Triclocarban enhances testosterone action; a new type of endocrine disruptor? [J]. *Endocrinology*, 2008, 149(3): 1173-1179
- [12] 吕妍,袁涛,王文华,等.个人护理用品(PCPs)生态风险评价研究进展[J].*环境与健康杂志*,2007,24(8):650-653
- [13] David R O, Donald J V, Josff I, et al. Aquatic toxicity of triclosan [J]. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 2002, 21(7): 1338-1349
- [14] Foran C M, Bennett E R, Benson W H. Developmental evaluation of a potential non-steroidal estrogen: triclosan [J]. *Marine Environmental Research*, 2000, 50(1/5): 153-156
- [15] Consortium T. Iuclid Data Set. TCC Consortium[R]. New York; 2002; 44
- [16] Ben D G, Thomas M Y. The antimicrobial triclocarban stimulates embryo production in the freshwater mudsnail *Potamopyrgus antipodarum* [J]. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 2010, 29(4):966-970
- [17] Chen X J, Feng W S, Miao W, et al. A microcalorimetric assay of *Tetrahymena thermophila* for assessing tributyltin acute toxicity[J]. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2008, 94 (3):779-784
- [18] Vivian R, Dayeh S L, Chow K S, et al. Evaluating the toxicity of Triton X-100 to protozoan, fish, and mammalian cells using fluorescent dyes as indicators of cell viability[J]. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2004, 57:375-382
- [19] Susanne R, Sebastian K, Carolin G, et al. Toxicity profiles of four metals and 17 xenobiotics in the human hepatoma cell line HepG2 and the protozoa *Tetrahymena pyriformis*—a comparison[J]. *Environmental Toxicology*, 2011, 26(2):171-186
- [20] 戴宇飞,郑玉新.毒理学中心法则的重新审视——毒物兴奋性剂量反应关系及其对毒理学发展的影响[C].*国外医学卫生学分册*, 2003,30(4):246-249
- [21] Binelli A, Cogni D, Parolini M, et al. *In vivo* experiments for the evaluation of genotoxic and cytotoxic effects of triclosan in zebra mussel hemocytes[J]. *Aquatic Toxicology*, 2009, 91(3): 238-244

Toxicity of low concentration exposures of triclosan and triclocarban on *Tetrahymena thermophila*

BAI Qifeng¹ GAO Li^{1,2} YUAN Tao^{1*}

(1. School of Environmental Science and Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai, 200240, China;

2. School of Resource and Environment, Ningxia University, Yinchuan, 750021, China)

ABSTRACT

Triclosan (TCS) and triclocarban (TCC), as two typical antibacterial agents, have been widely used in many kinds of cleaning products. Their ecotoxicity has become increasing concern, as their occurrences in environmental matrix have been frequently reported. In this paper, we studied the growth inhibition effects of environmentally relevant concentration exposure of TCS and TCC on *Tetrahymena thermophila*. The changes of the cell viability of *Tetrahymena* were further investigated. The results showed that the growth of *Tetrahymena* was inhibited significantly with $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ level TCS and TCC. The 24 h-EC50 of TCS and TCC was $141 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ and $728 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, with NOEC of $2 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ and $30 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, LOEC of $4 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ and $61 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, respectively. Particularly, TCC seemingly presented hormesis effect as it had growth stimulation at 1 to $10 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. In addition, when the concentrations of TCS and TCC reached $1000 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, obvious damages of cell membrane were observed. Also, the activity of lysosomes was reduced to 88.62% and 95.75% of the control fluorescence values, respectively, when the cells were exposed to $1 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ of TCS and TCC for 2 h. This study provides important references for the ecological risk assessments of these two emerging pollutants.

Keywords: triclosan, triclocarban, *Tetrahymena thermophila*, ecotoxicity, environmentally relevant concentration.

沃特世与爱尔兰国家生物工艺研究培训所 (NIBRT) 携手 促进新兴生物制药行业的培训和研究

爱尔兰国家生物工艺研究培训所 (NIBRT) 与沃特世公司宣布,他们已经在多层面建立了合作伙伴关系,其目的是支持先进的科学理念,承诺通过培训和科研手段,为征服全世界最顽固的疾病提供更有有效的生物治疗创新技术。

沃特世和 NIBRT 已经建立了完整的产品加工与表征设施 (Complete Product and Processing Characterization Facility, CPPCF),可进行以实验室技术为基础的实地培训,以及“有的放矢”的生物制药分析再培训,其中包括蛋白和多肽表征。CPPCF 的目的是为本行业和政府技术人员和科学家提供综合的培训,帮助新兴产业开发先进的生物治疗表征法。此新设施还将为科学家提供现有和即将出台的美国和欧洲药品法规教育。而且,此项合作使 NIBRT 成为了沃特世糖生物学研究 (glycobiology research) 的创新中心。NIBRT 的主要研究者,Pauline Rudd 教授和她的研究团队,将利用沃特世质谱分析系统,迎接糖表征研究新的挑战。通过改善对糖化学与分子结构的认识,科学家们可以更好地理解潜在分子的安全性和有效性,从而直接获得全新的生物治疗选项。

沃特世公司与 NIBRT 此次合作,印证了它努力建立合作伙伴关系,扩大其在重要公共健康问题方面影响力的承诺,包括食品安全、药物安全和洁净水。